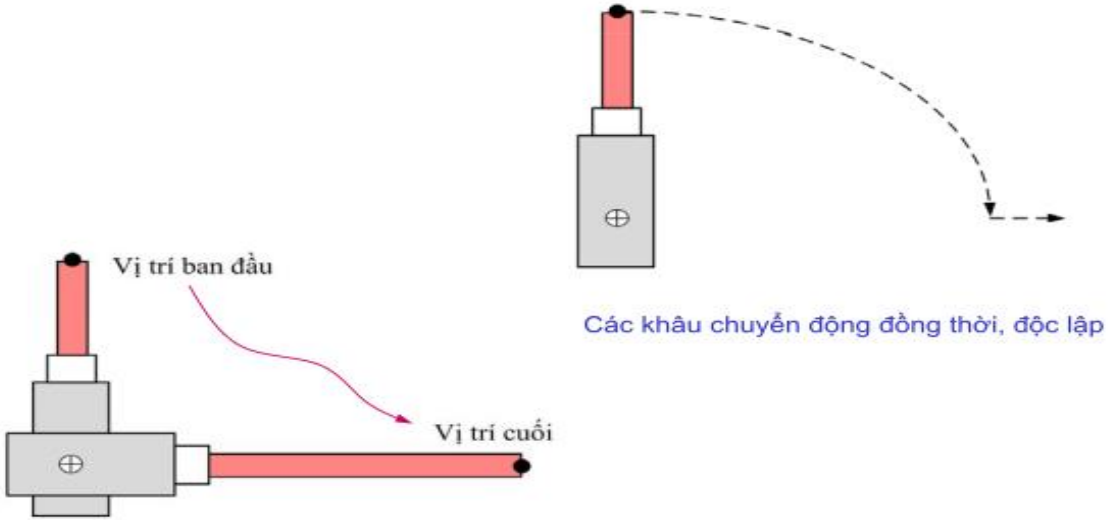
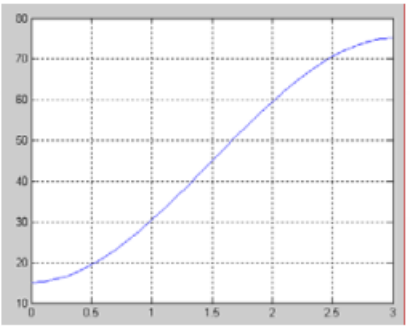
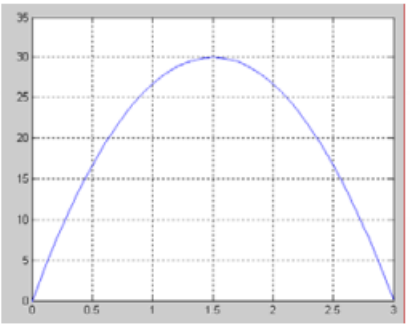
HOẠCH ĐỊNH QUỸ ĐẠO CHO ROBOT-
TRAJECTORY PLANNING FOR ROBOT.

Th.S Nguyễn Tấn Phúc.
Tel: 01267102772.

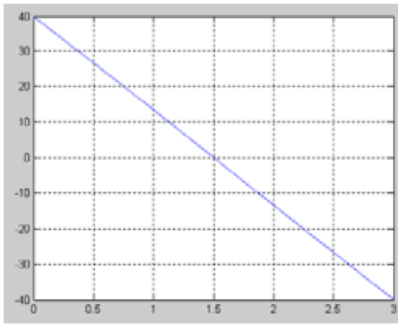




$\theta(t) = -4.44t^3 + 20t^2 + 15$

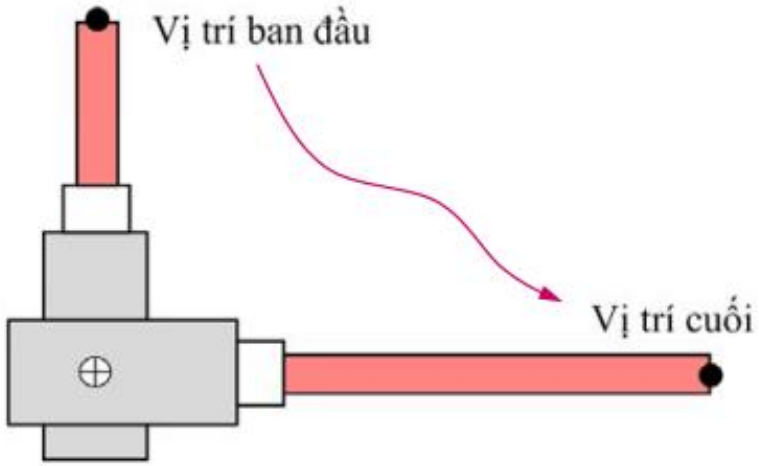


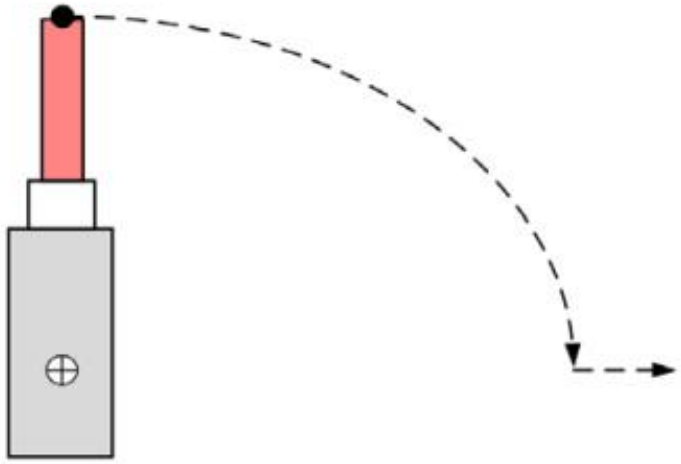
$\dot{\theta}(t) = -13.33t^2 + 40t$



$\ddot{\theta}(t) = -26.66t + 40$

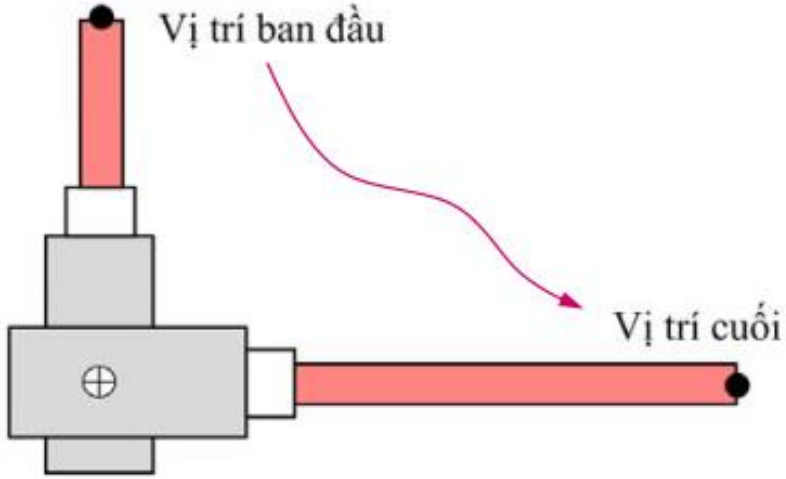
KHÁI NIỆM

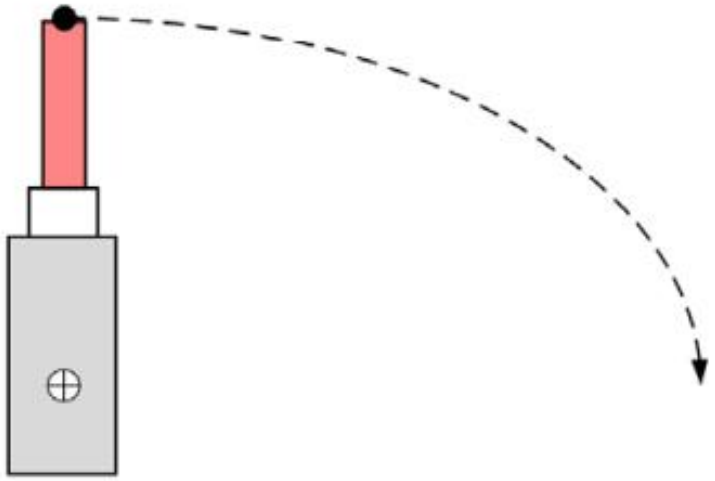




Các khâu chuyển động đồng thời, độc lập

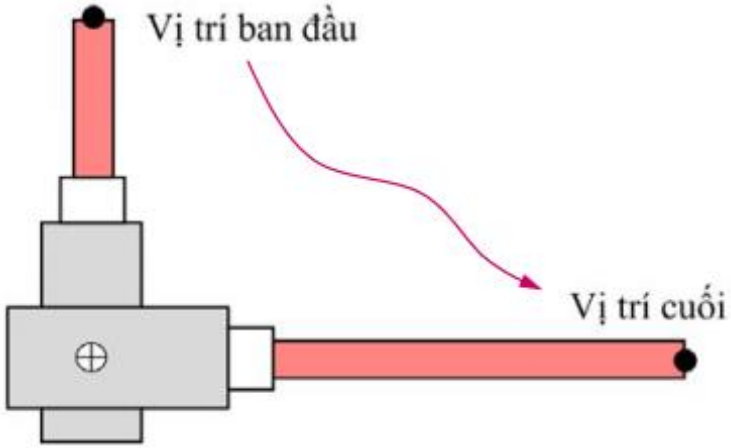
KHÁI NIỆM

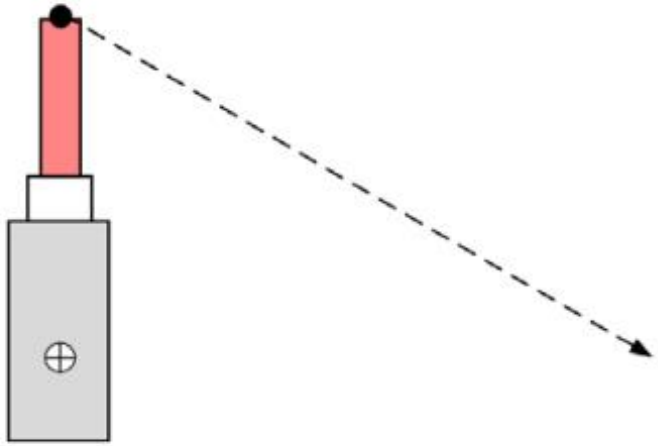




Các khâu chuyển động đồng thời, phối hợp

KHÁI NIỆM





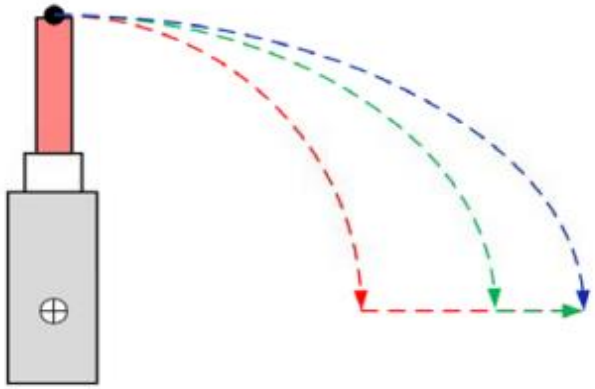
Các khâu chuyển động phối hợp nội suy

TỔNG QUÁT :

Chuyển động của 1 robot có 2 dạng :

Dạng 1: chuyển động chỉ cần quan tâm đến điểm đầu , hướng và vị trí của điểm cuối .Dạng này cách thức di chuyển của robot là không quan trọng, di chuyển từ điểm đến điểm.

Ứng dụng:
Thường dùng trong các thao tác gắp, đặt , vận chuyển phôi .

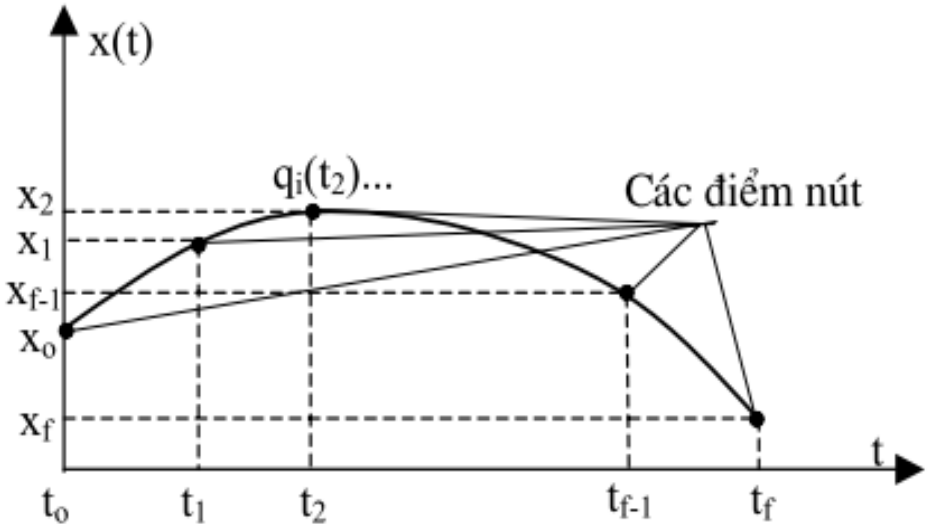


Dạng 2: chuyển động robot bắt buộc phải qua các điểm trung gian, robot di chuyển trong các công nghệ như hàn, sơn, .
Robot di chuyển liên tục .
Bài toán động học chú ý: từ quỹ đạo chuyển động của khâu cuối , quy luật chuyển động của các khớp được quan tâm.

Hoạch định quỹ đạo: xác định ***quy luật chuyển động các biến khớp*** để điều khiển chuyển động từng khớp và tổng hợp chung thành chuyển động của cả robot theo một quỹ đạo xác định.

Quĩ đạo cần thiết kế đảm bảo phải đi qua những điểm nút chính (đơn giản nhất là điểm đầu và điểm cuối). Ngòai các điểm nút chính, thông thường còn có thêm những điểm nút trung gian (khi liên quan đến việc tránh vật cản, hoặc tránh xa những vùng kỳ dị …)

Quĩ đạo cần thiết kế phải phải tạo nên nên những chuyển động êm, nhẹ nhàng để tránh tạo nên những rung động, va đập. Do đó, thông thường quỹ đạo cần phải đảm bảo tính liên tục về vị trí, vận tốc, và đôi khi cả về gia tốc.



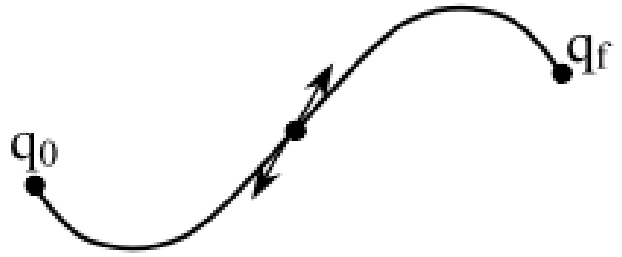
Để thiết kế quỹ đạo robot, người ta thường dùng phương pháp xấp xỉ các đa thức bậc n, các quĩ đạo thường gặp là :

+ Quĩ đạo CS (Cubic Segment) : Tương đương đa thức bậc 3;

+ Quỹ đạo LS (linear Segment) : Tương đương đa thức bậc 1;

+ Quỹ đạo LSPB (Linear Segment with Parabolic Blend) : Phối hợp đa thức bậc 2 với đa thức bậc 1.

+ Quỹ đạo BBPB (Bang Bang Parabolic Blend) : là trường hợp đặc biệt của quỹ đạo LSPB khi đoạn tuyến tính thu về bằng 0 và xuất hiện điểm uốn.



Hình 8.2 : Quỹ đạo BBPB

QUỸ ĐẠO ĐA THỨC BẬC 3 (Cubic – Segment)

$$q_i(t) = a_i + b_i(t - t_k) + c_i(t - t_k)^2 + d_i(t - t_k)^3$$

$$q_i(t_k) = q_k \quad \text{và} \quad \dot{q}_i(t_k) = \dot{q}_k$$

$$q_i(t_{k+1}) = q_{k+1} \quad \text{và} \quad \dot{q}_i(t_{k+1}) = \dot{q}_{k+1}$$

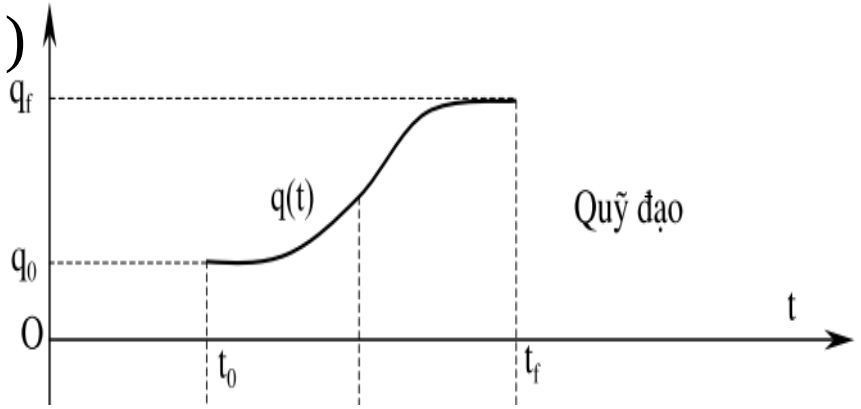
Thiết kế quỹ đạo CS (Path with Cubic segment) của khớp thứ i đi qua hai điểm nút có giá trị q_0 và q_f. Với các ràng buộc $\dot{q}_0 = 0$; $\dot{q}_f = 0$.

$$a_i = q_0 \; ; \; b_i = 0;$$

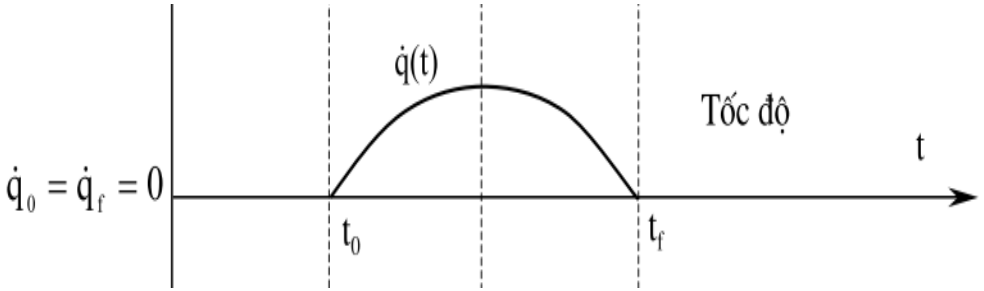
$$c_i = \frac{3(q_f - q_0)}{(t_f - t_0)^2} \quad \text{Và} \quad d_i = \frac{-2(q_f - q_0)}{(t_f - t_0)^3}$$

QUỸ ĐẠO ĐA THỨC BẬC 3 (Cubic – Segment)

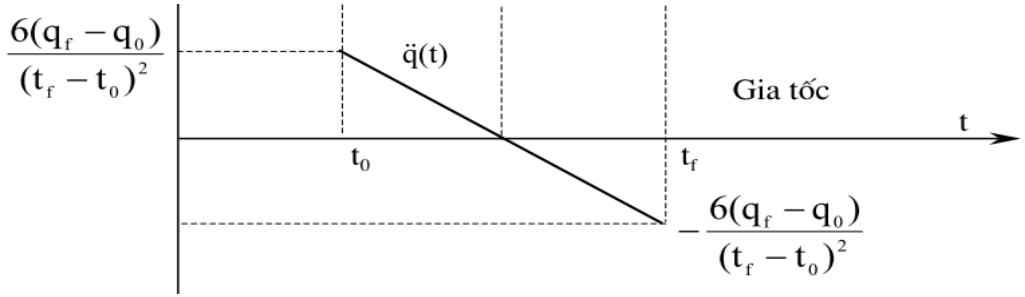
$$q_i(t) = q_0 + \frac{3(q_f - q_0)}{(t_f - t_0)^2}(t - t_0)^2 - \frac{2(q_f - q_0)}{(t_f - t_0)^3}(t - t_0)^3$$



$$\dot{q}_i(t) = \frac{6(q_f - q_0)}{(t_f - t_0)^2}(t - t_0) - \frac{6(q_f - q_0)}{(t_f - t_0)^3}(t - t_0)^2$$



$$\ddot{q}_i(t) = \frac{6(q_f - q_0)}{(t_f - t_0)^2} - \frac{12(q_f - q_0)}{(t_f - t_0)^3}(t - t_0)$$



VÍ DỤ: QUỸ ĐẠO CHUYỂN ĐỘNG CỦA ROBOT

Giây thứ	X(m)	Y(m)	v(m/s)
0	0.2	0	0
30	0.4	0	0

$$X(t) = a_x + b_x(t - t_0) + c_x(t - t_0)^2 + d_x(t - t_0)^3$$

$$\dot{X}(t) = b_x + 2c_x(t - t_0) + 3d_x(t - t_0)^2$$

$$t_0 = 0 \Rightarrow X(t_0) = 0.2$$
$$t_1 = 30 \Rightarrow X(t_1) = 0.4$$
$$t_0 = 0 \Rightarrow \dot{X}(t_0) = 0$$
$$t_1 = 30 \Rightarrow \dot{X}(t_1) = 0$$

$$\Rightarrow \quad a_x = 0.2, \quad b_x = 0, \quad c_x = \frac{1}{1500}, \quad d_x = -\frac{1}{67500}$$

QUỸ ĐẠO LÀ ĐƯỜNG TUYẾN TÍNH(Linear – Segment)

$$q_i(t) = \alpha_0 + vt$$

Lưu ý :

Vận tốc chuyển động là hằng số.
Tính liên tục của vận tốc , gia tốc .

Ít khi làm việc mà phải kết hợp với đường bậc 2
do tính liên tục về vận tốc và gia tốc.

QUỸ ĐẠO PARABOL (LSPB- linear segment with parabol blend)

Các điều kiện liên tục của quỹ đạo nầy thể hiện ở :

$$q(t_o) = q_0 \; ; \; q(t_f) = q_f; \quad \text{và} \quad \dot{q}(t_0) = \dot{q}(t_f) = 0$$

và điều kiện công nghệ là v = constant.

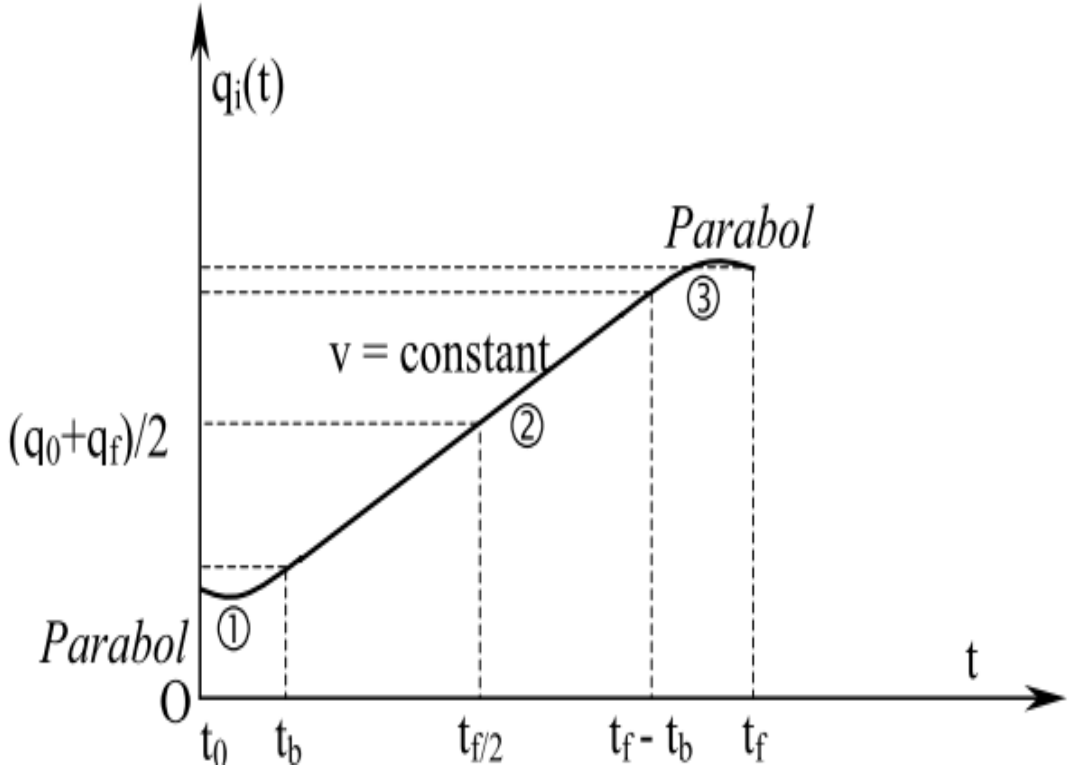
Trong đoạn 1 : $0 \le t \le t_b$ quỹ đạo Parabol có dạng :

$$q_i(t) = \alpha + \beta t + \gamma t^2$$

Khi t = 0 thì $\alpha = q(t_0) = q_0$

$$\dot{q}(t) = \beta + 2\gamma t$$

$$\beta = \dot{q}(t_o) = 0$$



$t = t_b$ $\quad \gamma = v/2t_b$ $\quad$ Đặt $\quad v/t_b = a \quad q_i(t) = q_0 + at^2/2 \quad (0 \le t \le t_b)$

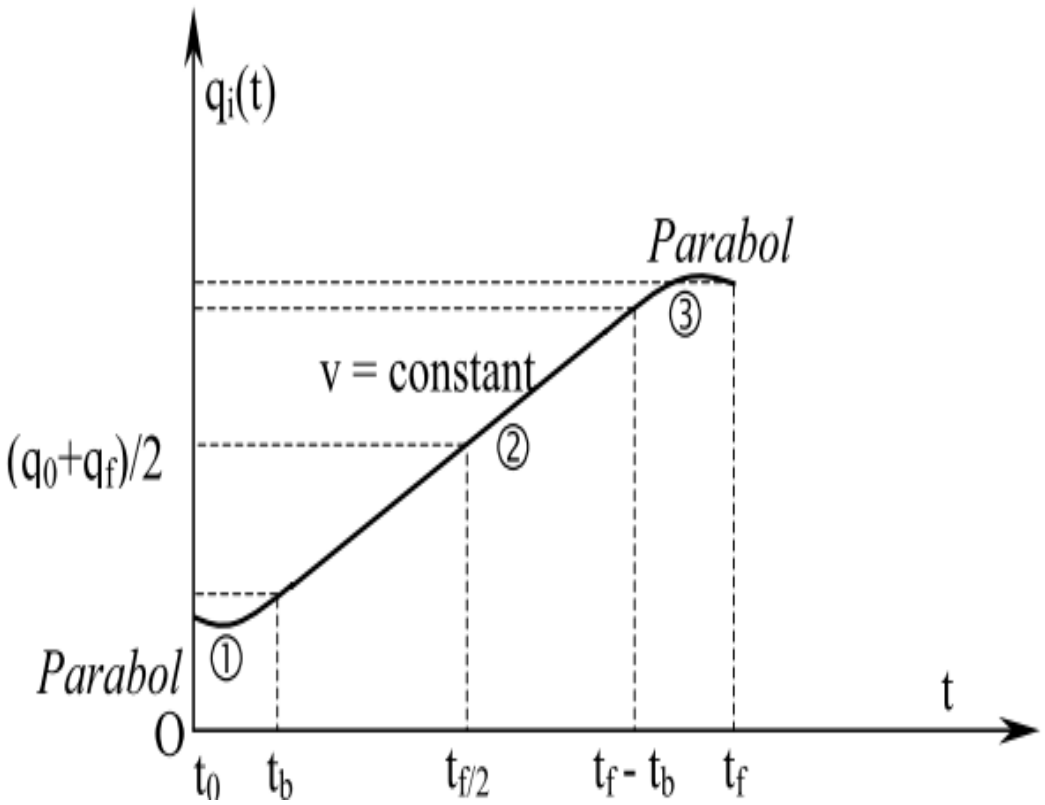
QUỸ ĐẠO PARABOL (LSPB- linear segment with parabol blend)

Trong đoạn 2 : $[t_b, (t_f-t_b)]$ quỹ đạo tuyến tính có dạng :

$$q_i(t) = \alpha_0 + vt$$

$$\alpha_0 = \frac{(q_0 + q_f - vt_f)}{2}$$

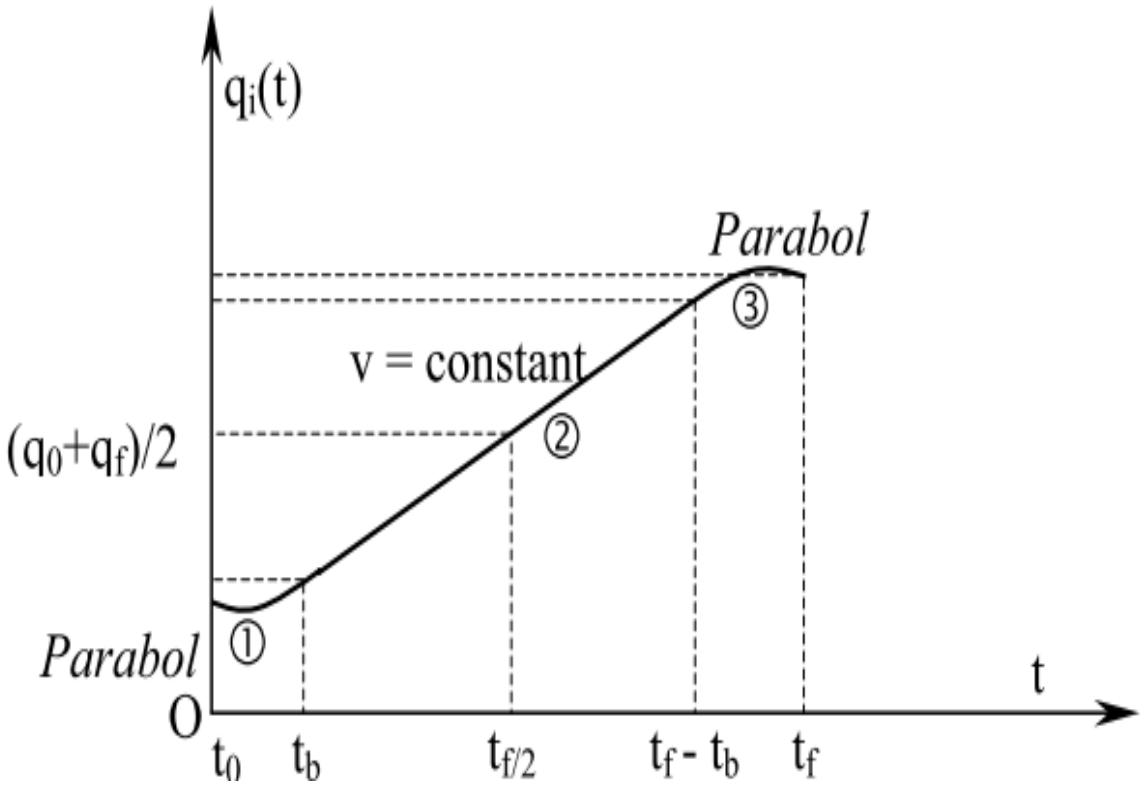
$$q_i(t) = \frac{q_f + q_0 - vt_f}{2} + vt$$



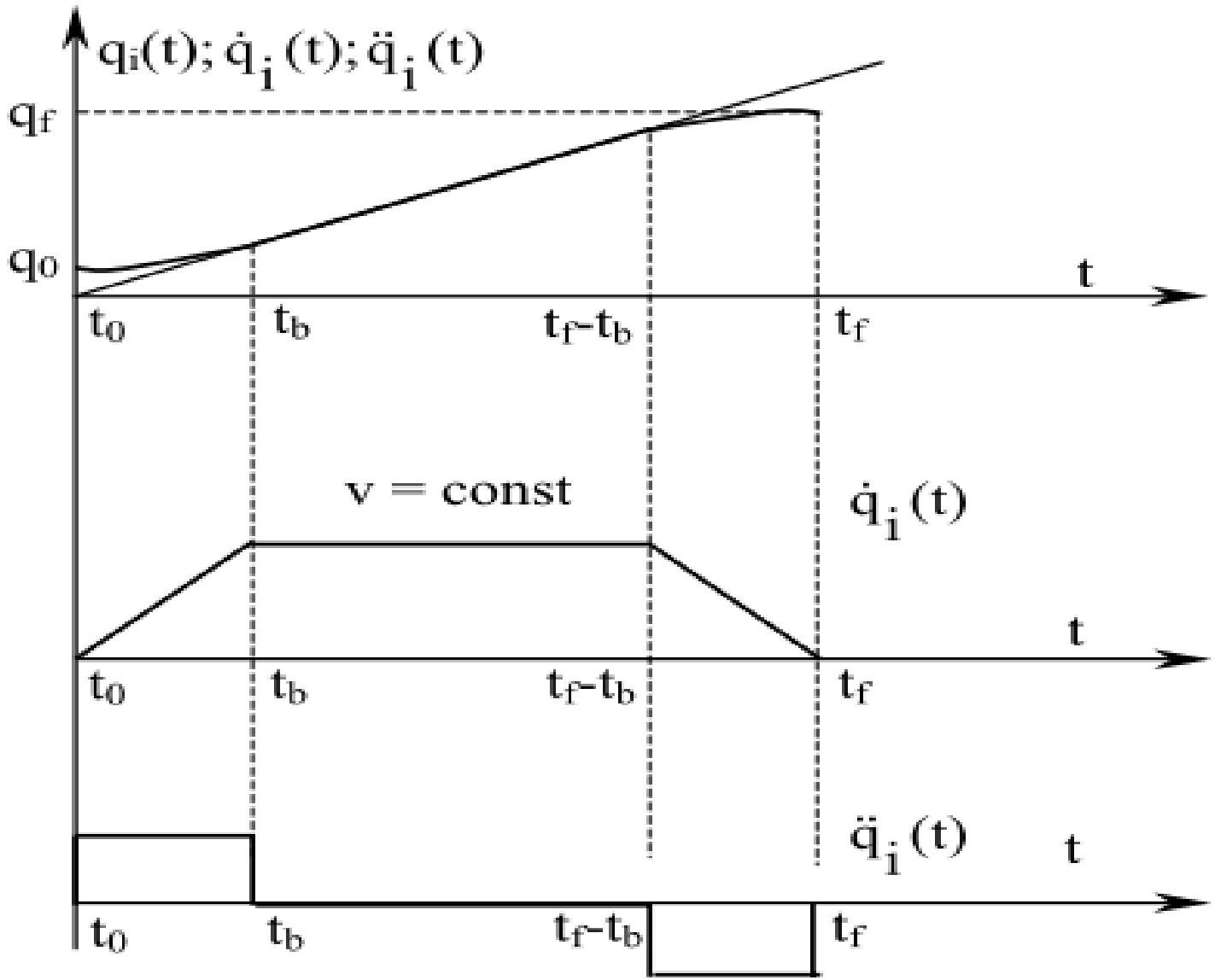
QUỸ ĐẠO PARABOL (LSPB- linear segment with parabol blend)

Trong đoạn 3 : $(t_f - t_b) \le t \le t_f$ quỹ đạo Parabol có dạng :

$$q_i(t) = q_f - \frac{at_f^2}{2} + at_f t - \frac{a}{2}t^2$$



QUỸ ĐẠO PARABOL (LSPB- linear segment with parabol blend)

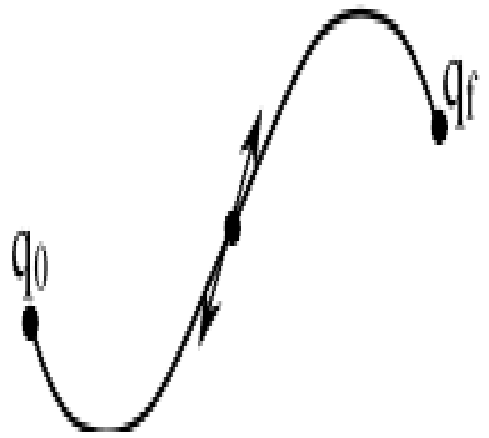


QUỸ ĐẠO BANG BANG PARABOL BLEND (BBPB)

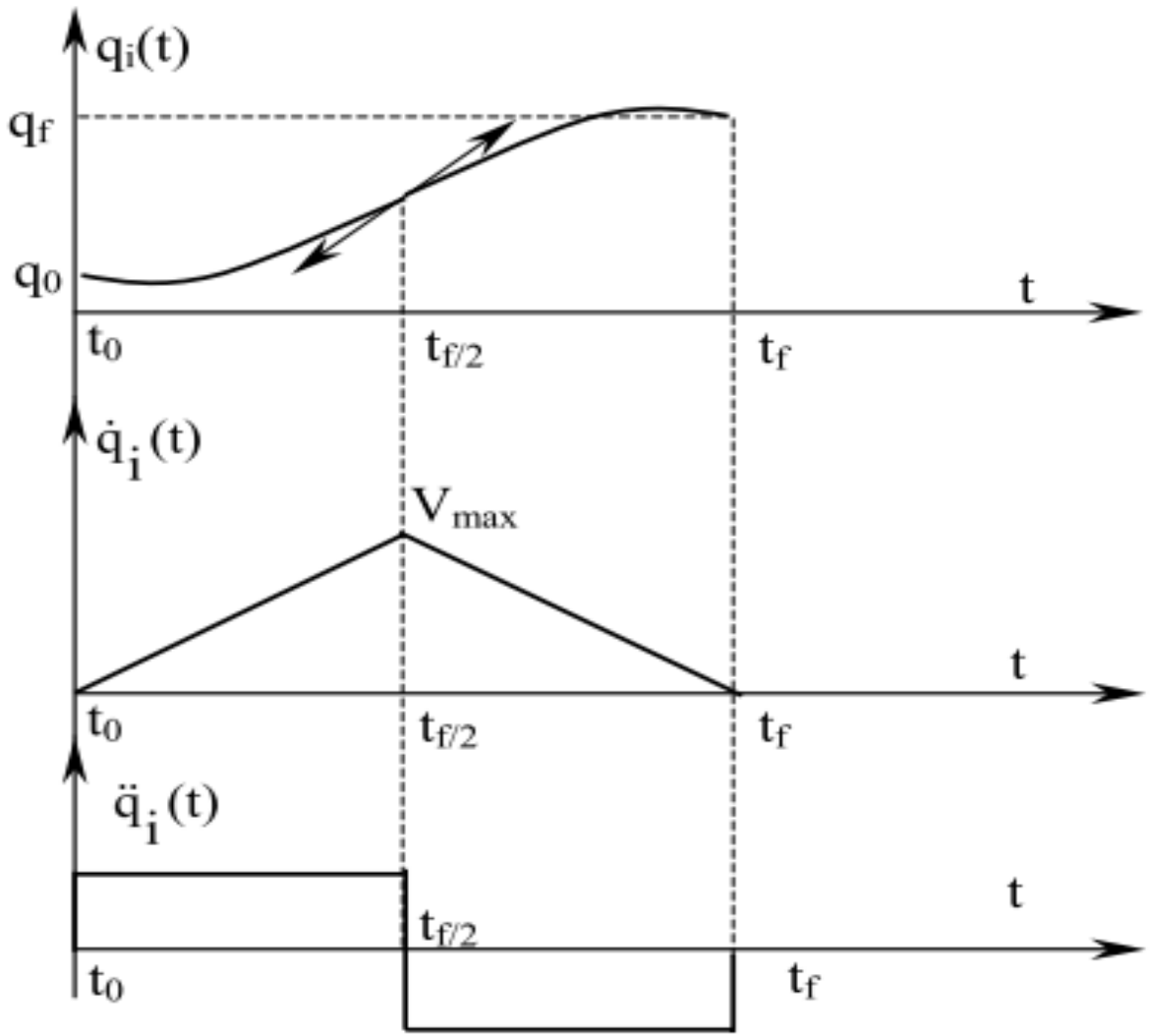
Là trường hợp đặc biệt của quỹ đạo LSPB

Với : $0 \le t \le \frac{t_f}{2}$ $\quad q_i(t) = q_0 + \frac{at^2}{2}$

và với $\frac{t_f}{2} \le t \le t_f$ $\quad q_i(t) = 2q_0 - q_f + 2a\sqrt{\frac{q_f - q_0}{a}}t - \frac{at^2}{2}$



QUỸ ĐẠO BANG BANG PARABOL BLEND (BBPB)



THE END OF THIS CHAPTER.